

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Ivan Ljubić, apsolvant

Preddiplomski studij smjera Hortikultura

FERMENTIRANI MLIJEČNI PROIZVODI

Završni rad

Osijek, 2016.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Ivan Ljubić, apsolvant

Preddiplomski studij smjera Hortikultura

FERMENTIRANI MLIJEČNI PROIZVODI

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

1. Izv. prof.dr.sc. Drago Bešlo, predsjednik
2. Prof.dr.sc. Suzana Kristek, mentor
3. Izv. prof.dr.sc. Zvonimir Steiner, član

Osijek, 2016.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. KVARENJE MLIJEČNIH PROIZVODA	3
3. PODJELA KISELIH MLIJEKA.....	4
3.1. Acidofilno mlijeko	4
3.2. Jogurt.....	4
3.3. Kefir i Kumis.....	5
3.4. Sir	8
4. PASTERIZACIJA.....	10
5. BAKTERIJE MLIJEKA	12
5.1. Okruglaste bakterije	12
5.2. Štapičaste bakterije – laktobacili i mikrobakterije	14
5.3. Netipične bakterije mliječno-kiselog vrenja	16
5.4. Proteolitičke bakterije	16
5.5. Kvasci.....	19
5.6. Plijesni.....	19
6. HRANJIVE TVARI U FERMENTIRANOM MLIJEKU	20
7. ZAKLJUČAK	21
8. POPIS LITERATURE	22
9. SAŽETAK	23
10. SUMMARY.....	24
11. POPIS TABLICA	25
12. POPIS SLIKA	26
TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	

1. UVOD

Fermentirani mliječni proizvodi nastaju na način da se standardni mliječni proizvodi (mlijeko, vrhnje, sirevi) nacijspe odgovarajućim "starter kulturama", odnosno bakterijama mliječne kiseline. Pod utjecajem autohtonih i introduciranih bakterija - uzročnika mliječno-kiselog vrenja (*Lactobacillus* spp., *Bifidobacterium* spp.) razvijaju se mliječna i druge kiseline koje konzerviraju proizvod, povećaju mu trajnost, daju mu nova i karakteristična organoleptička svojstva. Fermentirani mliječni proizvodi su jogurt, kiselo mlijeko, voćni jogurt, kefir, kiselo vrhnje i fermentirani sirevi. Svakako, fermentirani mliječni proizvodi spadaju u zdrave namirnice koje se preporučuju bolesnicima, trudnicama pa čak i dojenčadi. Fermentirani proizvodi sadrže i značajne količine vitamina B2, neophodnog za pravilno stanično disanje i dobivanje energije iz ugljikohidrata, masti i nekih aminokiselina. Riboflavin je vitamin koji svojim djelovanjem pomaže i djelovanje ostala dva vitamina B-skupine: tiamina (vitamin B1) i piridoksamina (vitamin B6). Fermentirani mliječni proizvodi daju i vitamin B12, koji je uz ostalo neophodan za rast i razvoj stanica, za pravilno sazrijevanje crvenih krvnih zrnaca te za održavanje živčanog sustava. Primjenom različitih sojeva bakterija mliječno-kiselog vrenja kao starter kultura te različitih frakcija mlijeka kao početnih supstrata, dobivaju se u mliječno kiseloj fermentaciji različiti produkti. Primjerice, za proizvodnju kiselog vrhnja upotrebljava se bakterija *Streptococcus cremosis* za tvorbu mliječne kiseline, a *Leuconostoc cremosis* i *Streptococcus lactis* za dobivanje karakterističnih komponenata okusa.

Tablica 1. Neke namirnice proizvedene od fermentiranog mlijeka

Produkt fermentacije	Mikroorganizmi odgovorni za fermentaciju	Opis postupka
Kiselo vrhnje	<i>Streptococcus</i> spp. <i>Leuconostoc</i> .spp	Vrhnje se inokulira do željene kiselosti
Sirutka	<i>Streptococcus</i> spp. <i>Leuconostoc</i> .spp	Proizvodi se od obranog ili djelomično obranog pasteuriziranog mlijeka
Bugarska sirutka	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	Proizvodi se različito od komercijalne sirutke; kiselije je i bez mirisa
Acidofilno mlijeko	<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Mlijeko se sterilizira i potom inokulira. Taj se mliječni proizvod koristi u medicinskoj terapiji
Jogurt	<i>Streptococcus thermophiles</i> <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	Proizvodi se od mlijeka u kome je čvrsta tvar koncentrirana otparavanjem određene količine vode i dodatkom obranog mlijeka
Kefir	<i>Streptococcus lactis</i> , <i>Lactobacillus bulgaricus</i> Kvasci	Mješovita fermentacija mliječne kiseline i alkoholna fermentacija; bakterije proizvode kiselinu, a kvasci proizvode alkohol

2. KVARENJE MLIJEČNIH PROIZVODA

Kvarenje mlijeka i mliječnih proizvoda kao rezultat rasta fermentacijskih bakterija koje proizvode kiselinu, zbiva se kada je temperatura skladištenja dostatno visoka da te bakterije prerastu psihotrofne bakterije ili kada je sastav proizvoda takav da inhibira Gram negativne aerobne bakterije. Primjerice, prisutnost mliječne kiseline u tekućem obliku dobar je pokazatelj da je proizvod bio izložen neprihvatljivo visokoj temperaturi skladištenja koja omogućava rast bakterija mliječne kiseline. Fermentirani mliječni proizvodi, iako nastali upotrebom bakterija mliječne kiseline, mogu se pokvariti zbog rasta "divljih" bakterija mliječne kiseline koje proizvode nepoželjan plin, neugodan okus ili pogreške u izgledu. Kao mliječni proizvodi koji podliježu kvarenju nesporogenim fermentacijskim bakterijama najčešće se spominje tekuće mlijeko, sir i proizvodi nastali pomoću mikrobnih kultura.

Nesporogene bakterije odgovorne za fermentacijsko kvarenje mliječnih proizvoda najčešće pripadaju skupini proizvođača mliječne kiseline ili skupini koliformnih bakterija. Bakterije mliječne kiseline koje su uključene u fermentacije mogu pokvariti tekuće mlijeko; međutim, sojevi koji uzrokuju kvarenje često su tipovi iz okoliša koji osim mliječne kiseline, proizvode i ostale metabolite odgovorne za kvarenje. Rodovi bakterija mliječne kiseline odgovorni za kvarenje mlijeka i mliječnih proizvoda uključuju: *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Pediococcus* i *Streptococcus*. Koliformne bakterije također mogu pokvariti mlijeko, ali to se zbiva rijetko budući da ih najčešće prerastaju bilo bakterije mliječne kiseline bilo psihotrofne bakterije. Kvarenje uzrokovano koliformnim bakterijama zbiva se češće u fermentiranim proizvodima, napose u nekih vrsta sira. Kao rodovi odgovorni za kvarenje najčešće se spominju *Enterobacter* i *Klebsiella*, dok se za *Escherichia* spp. znade da samo povremeno poraste u tolikom broju da uzrokuje kvarenje.

3. PODJELA KISELIH MLIJEKA

3.1. Acidofilno mlijeko

Acidofilno mlijeko još je jedan produkt mliječno-kisele fermentacije. Proizvodi se kao i sirutka samo što se obrano mlijeko inokulira bakterijom *Lactobacillus acidophilus*. Ta bakterija normalno obitava u probavnom sustavu čovjeka. Mnogi znanstvenici vjeruju da laktobacili iz acidofilnog mlijeka pomažu procesu probave i sprečavanju rasta plijesni. Novi oblik acidofilnog mlijeka, slatko acidofilno mlijeko nema kiseli okus. Ono se dobiva dodatkom *Lactobacillus acidophilus* u pasterizirano mlijeko i pakira nefermentirano.

3.2. Jogurt

Naziv “jogurt” turskog je podrijetla (“*yo-ghurt*”) i znači kiselo mlijeko. Jogurt spada u fermentirane mliječne napitke, a proizvodi se mliječno-kiselim vrenjem mlijeka pomoću čistih kultura bakterija *Lactobacillus delbrueckii II* ssp. i *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*. Lako je probavljiva namirnica, budući da se bjelančevine i mliječna mast u prisutnosti mliječne kiseline preoblikuju u lako probavljive sastojke

Više je vrsta jogurta, ali najčešće su čvrsti jogurt i tekući, tj. jogurt koagulum koji je nakon završene fermentacije razbijen u homogenu masu. Poslije završene fermentacije jogurt se može grijati kako bi se uništile bakterije iz sastava kulture (ali ne i metabolite) te postigla veća trajnost proizvoda. Također, proizvodi se smrznuti i osušeni jogurt.

Prema Grgurek i suradnicima (1997) za fermentaciju mlijeka tijekom proizvodnje jogurta najčešće se primjenjuje zajednički rast *Lactobacillus delbrueckii II* ssp. *bulgaricus* i *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus*, ali i *Lactobacillus helveticus* ssp. *jogurtium* i *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*. Bakterije iz sastava kulture djeluju međusobno sinergistički, *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* stimuliran je aminokiselinama i peptidima koje bakterije iz roda *Lactobacillus* oslobađaju iz kazeina, a *Lactobacillus* spp. stimulira mravlja kiselina koju proizvode streptokoki.

Jogurt terapijskih svojstava razlikuje se od tradicionalnog jogurta sastavom kulture mikroorganizama koja se primjenjuju u proizvodnji. U sastavu kulture najčešće su *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* ili *Bifidobacterium longum*, ali i rjeđe *Lactobacillus casei*. Najčešće se te bakterijske kulture uzgajaju u monokulturi, a izravno se naciepljuju u mlijeko namijenjeno proizvodnji. Proizvodnja kiseline tijekom fermentacije mlijeka tim kulturama je sporija. Jogurt s terapijskim svojstvima može se proizvoditi i uz dodatak tradicionalne kulture za proizvodnju jogurta, a to umanjuje mogućnost kontaminacije proizvoda nepoželjnim bakterijama.

3.3. Kefir i Kumis

Kefir je fermentirano mlijeko specifična okusa; sadržava mali postotak etilnog alkohola (0,5 – 1%) i CO₂ te 0,9 – 1,1 % mliječne kiseline. Mljekarska kultura mikroorganizama za proizvodnju kefir postize se fermentacijom, toplinom obrađenog mlijeka pomoću kefirnih zrnaca. Podrijetlom je s Kavkaza, gdje je tradicionalno proizveden od ovčjeg i kozjeg mlijeka. Naziv kefir potječe od turske riječi “*kef-ir*” što znači “*napitak za uživanje*”. Danas je već poznat po čitavom svijetu i proizvodi se u mnogim zemljama istočne i zapadne Europe. Spada u fermentirane mliječne napitke s osvježavajućim hranjivim i dijetetskim svojstvima.

U nas se industrijski proizvodi iz kravljeg mlijeka, djelovanjem posebne mikroflore, koju sadrže tzv. “kefirna” zrnca. Mikrobiološki sastav kefirnog zrnca vrlo je promjenjiv, a može sadržavati *Lactobacillus lactis* ssp. *lactis* i *Lactobacillus lactis*ssp. *cremoris*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus kefir*, *Lactobacillus kefiranofaciens*, *Lactobacillus casei*, *Candida kefir*, *Kluyveromyces marxianus* var. *marxianus* i *Saccharomyces* vrste uključujući *Saccharomyces cerevisiae*. U povoljnim i ujednačenim uvjetima uzgoja mikrobiološki sastav zrnaca ostaje nepromijenjen i uravnotežen više godina. Kefirna zrnca sastoje se od nosača, a on se sastoji od 50 % glukoze, galaktoze i ugljikohidrata, nazvanog kefiran. Nosač se razvija u obliku uvijene pločaste strukture u koju su umotani laktobacili koji proizvode kefiran.

Laktobacili i kvasci koji ne proizvode kefiran prevladavaju na suprotnoj strani uvijene strukture. Kefiran proizvodi *Lactobacillus kefiranofaciens* u središtu zrnca, gdje su uvjeti rasta

anaerobni i u prisutnosti etanola. *Lactobacillus. kefiranofaciens* odgovoran je za rast kefirnih zrnaca. *Lactobacillus kefir*, najpoznatiji laktobacil u kefiru, nalazi se u vrlo malom broju, i to na površini kefirnih zrnaca. Tradicionalno se kumis proizvodi od kobiljeg mlijeka, ali se može proizvesti i od punomasnog kravljeg mlijeka uz dodatak šećera. Mljekarska kultura za proizvodnju kumisa sastavljena je od *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, kvasca *Kluyveromyces marxianus* var. *marxianus* i l. *lactis*. Proizvod sadržava od 0,6 % mliječne kiseline: 0,7 % etanola do 1,0 % mliječne kiseline: 2,5 % etanola.

U nastavku slijedi postupak proizvodnje kefira u kućanstvu: mlijeko za proizvodnju kefira u kućanstvu prokuhamo na temperaturi 85 – 90°C, oko 10-15 minuta i za to vrijeme nekoliko puta promiješamo. Nakon toga ga ohladimo na 20°C i ulijemo u posudu sa širokim grlom na koju možemo učvrstiti poklopac. Kefirna zrnca stavimo u komadić gaze i dobro svežemo, a višak gaze odrežemo. Takav svežanj s kefirnim zrnima treba biti poluprazan, jer kefirna zrnca tijekom fermentacije nabubre. Svežanj sa kefirnim zrnima uronimo u posudu s mlijekom i zatvorimo poklopcem. Na litru kravljeg mlijeka dodamo 20 g kefirnih zrnaca, kako bi fermentacija bila optimalna. Posudu koja je hermetički zatvorena poklopcem držimo na sobnoj temperaturi (16 – 18°C) kroz 24 sata. Tijekom fermentacije mlijeko nekoliko puta protresemo. Razlikujemo nekoliko vrsta kefira zavisno o količini nastalog alkohola i stupnja kiselosti. Kefirna zrnca u gazi nakon završene fermentacije izvadimo iz posude, isperemo pod mlazom hladne vode, zgnječimo prstima, ocijedimo vodu otresanjem te ih ponovno stavimo u posudu s mlijekom ugrijanim na 20 °C. U procesu vrenja kefirna zrnca znatno povećaju svoj volumen, pa je za otprilike 10 dana potrebno odvojiti dio kulture iz gaze te formirati još jedan novi svežanj sa kefirnim zrnima. Važno je spomenuti da kultura kefira ne smije ostati bez mlijeka, jer tada više nije upotrebljiva za fermentaciju. Profermentirano mlijeko, iz kojeg smo izvadili kefirna zrnca u svežnju, čuvamo do upotrebe u hladnjaku.



Slika 1. Procjeđena kefirna zrnca

Izvor: Autor (2016.)

3.4. Sir

Velike se količine sira proizvode mikrobnom fermentacijom. Sir sadrži zgrušano mlijeko koje je bilo odvojeno od tekućeg dijela mlijeka (sirutke). Grušanje mlijeka postiže se uporabom enzima renina (kazein – koagulaza ili kimozin) i bakterija mliječne kiseline kao starter-kulture. Renin se dobiva iz telećeg želuca ili mikrobnom proizvodnjom. Sirevi se klasificiraju kao: 1. meki, ako sadrže veliku količinu vode (50-80 %), 2. polutvrdi, ako sadrže oko 45 % vode i 3. tvrdi, ako im je sadržaj vode nizak (manje od 40 %). Sirevi se također klasificiraju kao nedozreli, ako su proizvedeni pomoću fermentacije u jednoj etapi ili kao zreli, ako je tijekom sazrijevanja upotrebljena dodatna mikrobna flora radi postizanja željena okusa, mirisa i strukture.

Ako je tijekom procesa povišen sadržaj vode, pa je tako razrijeđen sadržaj nutrijenata u proizvodu, tada se proizvod ne naziva sir već prerađena hrana. Prirodna proizvodnja sira uključuje fermentaciju mliječne kiseline s različitom mješovitom kulturom vrsta *Streptococci* i *Lactobacillus* koje se upotrebljavaju kao starter-kultura fermentacije. Mnogobrojni okusi raznih sireva rezultat su primjene različitih mikrobnih starter-kultura, različite temperature inkubacije i uvjeta te uklanjanja iz fermentacijskog procesa sekundarnih vrsta mikroorganizama mlijeka.

Zrenje sireva uključuje dopunske enzimske pretvorbe, nakon što je stvoren sirni ugrušak primjenom enzima proizvedenih s pomoću bakterija mliječne kiseline ili enzima nekog drugog podrijetla. Nedozreli sirevi ne zahtijevaju dodatne enzimske pretvorbe. Bijeli meki sirevi i vrhnje proizvode se upotrebom starter-kulture koja je nalik onoj za proizvodnju sirutke i takvi sirevi ne zahtijevaju sazrijevanje. Katkada se sirevi stavljaju u salamuru radi poticanja rasta odabrane bakterijske i fungalne populacije tijekom sazrijevanja. Soljenje sira u salamuri obavlja se na način da se sirevi odmah nakon tlačenja ili 1-2 dana kasnije stave u gotovu zasićenu otopinu kuhinjske soli (20-26%) u kojoj ostaju 2-4 dana. Limburger je meki sir proizveden na taj način. Tijekom sazrijevanja ugrušci se omekšavaju s pomoću proteolitičkih i lipolitičkih enzima pa sir dobiva svojstven miris i okus. Proizvodnja sira parmezana također uključuje stavljanje u salamuru.

Proizvodnja švicarskog šupljikavog sira uključuje propionsku-kiselu fermentaciju mlijeka uz sazrijevanje koje se obavlja s pomoću *Propionibacterium shermanii* i *Propionibacterium freudenreichii*. Propionska kiselina daje karakterističan miris i okus, a ugljikov dioksid koji nastaje tijekom fermentacije stvara rupe u švicarskom siru. Tijekom sazrijevanja različitih sireva upotrebljavaju se i mnoge vrste plijesni. Nedo zreli se sir inokulira sporama plijesni i inkubira u toploj i vlažnoj prostoriji kako bi se potakao rast plijesni.



Slika 2. Švicarski sir

Izvor: <http://www.poslovni.hr/media/cache/16/c0/16c0926b1c9a93fa50afb9a48502f4cf.jpg>

4. PASTERIZACIJA

Postupak pasterizacije uveo je godine 1850. Louis Pasteur da bi iz vina uklonio bakterije. Njegova je metoda primjenjena za mlijeko u Danskoj oko godine 1870., ali je u svijetu prihvaćena tek oko godine 1895. godine. Iako je prvenstveni cilj pasterizacije eliminiranje patogenih bakterija iz mlijeka, tim se postupkom smanjuje i broj živih bakterija pa se tako i smanjuje mogućnost kvarenja.

Zagrijavanjem prehrambenih namirnica na 80 °C uništavaju se nesporogene bakterije. Činjenicu da se time više ili manje uništava, odnosno znatno umanjuje vrijednost prehrambenih namirnica, koje tako postaju čak i štetne za zdravlje, pokazuje jedan zanimljiv eksperiment, koji je opisan u časopisu 'Mind and matter', od lipnja 1958 godine, koji izlazi u Engleskom gradu Oxfordu.

Primjer 1: U jednoj poljoprivrednoj školi u Škotskoj izvršeni su eksperimenti sa pasteriziranim i sirovim mlijekom. Osam novorođenih teladi od prvog dana dobijalo je pasterizirano mlijeko, a drugih osam sirovo mlijeko. Dvoje teladi iz prve grupe uginulo je već poslije mjesec dana. Jedno od njih pošteđeno je daljnjeg eksperimentiranja, da bi se očuvalo na životu. Četvrto tele uginulo je dva dana po isteku perioda eksperimenta, dok su ostala telad sačuvana na životu prelaskom na sirovo mlijeko. Telad iz druge grupe, koja su dobijala neoštećeno mlijeko, ostala su u najboljem zdravlju.

Primjer 2: Dva američka znanstvenika, Potenger i Simonsen, pasteriziranim mlijekom su izvršili pokuse na mačkama. Pokusi su nastavljeni kroz više generacija ovih domaćih životinja. Mačke hranjene sirovim mlijekom normalno su se razvijale. Pasterizirano mlijeko, kao glavna hrana kod mačića, dovodilo je do izraženog rahitisa, koji je potom u većini slučajeva bio uzrok uginuća. Među svim mačkama koje nisu dobijale sirovo mlijeko pobačaji su postali češći već u prvoj generaciji. Životinje su promijenile i ponašanje. Postale su opasne, grebale su i grizle. Kod 53 % svih tih životinja žlijezda štitnjača je bila nedovoljno razvijena. U trećoj generaciji životinje su bile već potpuno degenerirane.

Kako zaključujemo na osnovu svih pokusa, čim se grije ili kuha, mlijeko gubi svoja ljekovita i hranjiva svojstva. Poznati kanadski biolog H. Tobe, piše u svojoj knjizi 'Enzimi, iskra života' da se zagrijavanjem ili pasterizacijom, a također i tvorničkim postupcima i kemikalizacijom hrane uništavaju svi enzimi koji za nas imaju životnu važnost. Na taj način naše tijelo prima u sebe samo jedan mali dio glavnih sastojaka mlijeka; naročito kalcij, željezo i fosfor. Sve što preostaje, to su otpadne tvari i zagađenje krvi. Klice bolesti koje usprkos pasteriziranju svuda vrebaju, nalaze izvanrednu podlogu za razvijanje u velikoj zasićenosti krvi otpadnim materijama, koja nastupa "ubijanjem" mlijeka. Tako nastaju i bolesti. Pasterizacija još uvijek hipotetski rečeno može uzrokovati učinak suprotan željenom.



Slika 3 . Trajno pasterizirano mlijeko

Izvor: http://www.jutarnji.hr/multimedia/archive/00553/povlacenje_553024S1.jpg

5. BAKTERIJE MLIJEKA

U mljekarstvu su najvažnije bakterije mliječno-kisele fermentacije. One čine normalnu mikrofloru mlijeka i gotovo su uvijek prisutne u mlijeku i mliječnim proizvodima. Na osnovu fizioloških osobina mogu se podijeliti na atipične i tipične bakterije mliječno-kisele fermentacije. Tipične su one koje pri fermentaciji mliječnog šećera proizvode prvenstveno mliječnu kiselinu. Fakultativno su anaerobne, ne reduciraju nitrata i sadrže katalazu. Netipične su one koje proizvedu malo mliječne kiseline, a više drugih proizvoda fermentacije. Aerobne su, sadrže katalazu i reduciraju nitrata. Tipične bakterije mliječno-kisele fermentacije su laktokoke i laktobacili. Laktokoke su okrugle ili jajolike, a nalaze se u parovima i lancima, gram pozitivne su, fakultativno anaerobne. Laktobacili su štapići, bilo dugi ili tanki, bilo kraći ili okruglasti. Nalaze se u lancima i pojedinačno, gram pozitivni su, fakultativno anaerobni, a neke vrste su striktno anaerobne. Neke vrste ovih mikroorganizama stvaraju pretežno mliječnu kiselinu, dok druge uz mliječnu kiselinu stvaraju još i octenu, ugljičnu i alkohol.

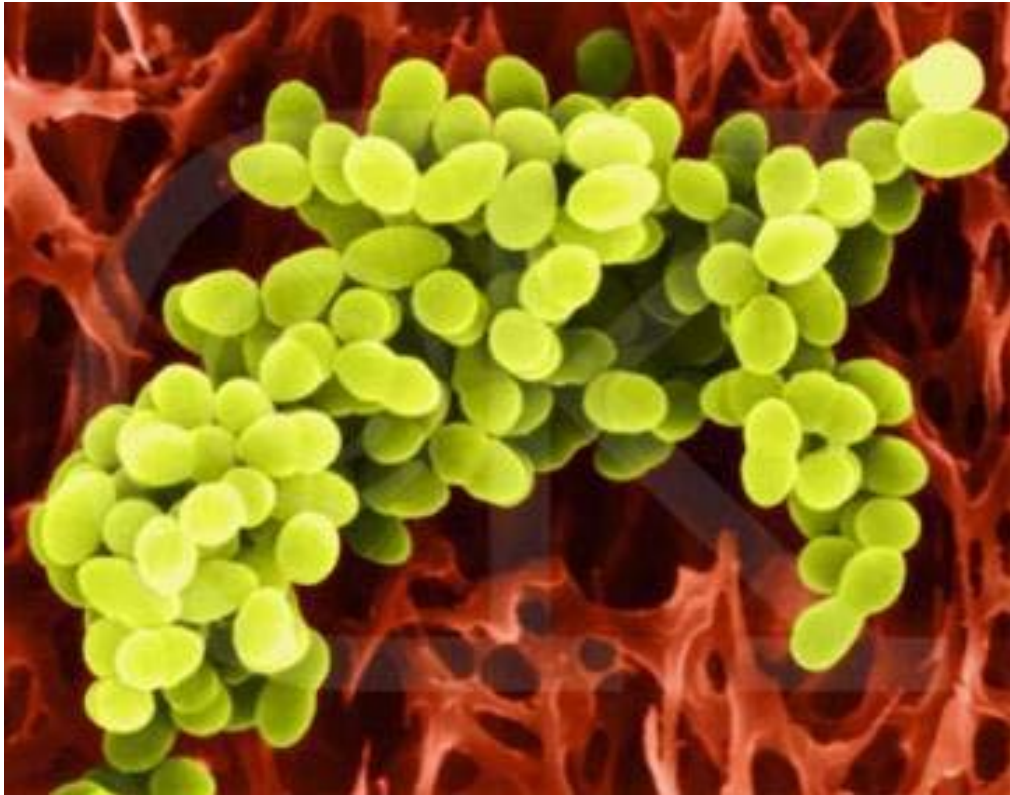
5.1. Okruglaste bakterije

Rod *Lactococcus*

Lactococcus lactis ssp. *lactis*, stari naziv *Streptococcus lactis* (*Streptococcus lactis* ssp. *lactis*)

Optimalna temperatura je oko 30° C.

Lactococcus lactis ssp. *cremoris* – stari naziv *Streptococcus cremoris* (*Streptococcus Lactis* spp. *cremoris*). Stvara znatnu količinu mliječne kiseline. Optimalna temperatura mu je oko 30° C, ali raste na 10-40° C.



Slika 4. *Lactobacillus lactis*ssp. *lactis*

Izvor: <http://probioticsdb.com/probiotic-strains/lactobacillus-lactis/>

5.2. Štapićaste bakterije – laktobacili i mikrobakterije

Rod *Lactobacillus*

Tu spadaju mnoge vrste važne za mljekarstvo. Štapićastog su oblika, homofermentativni. Proizvode uglavnom mliječnu kiselinu, a ostale proizvode u tragovima. Optimalna temperatura im je 30–40 °C, a rastu od 5–53 °C. Aerobni su ili fakultativno aerobni. U mlijeko dopijevaju iz vanjske sredine.

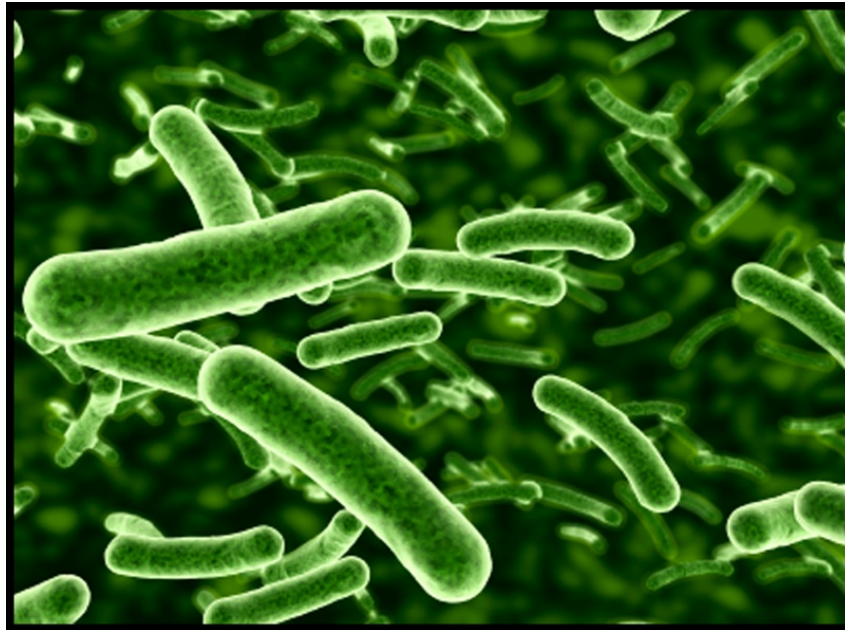
Lactobacillus delbrueckii ssp. *lactis*, stari naziv *Lactobacillus lactis* koristi se u kulturi za proizvodnju polutvrdih i tvrdih sireva. Optimalna temperatura je 40–43 °C.

Lactobacillus helveticus. Sudjeluje u zrenju ementalskog i drugih tipova švicarskih sireva. Optimum je oko 45 °C.

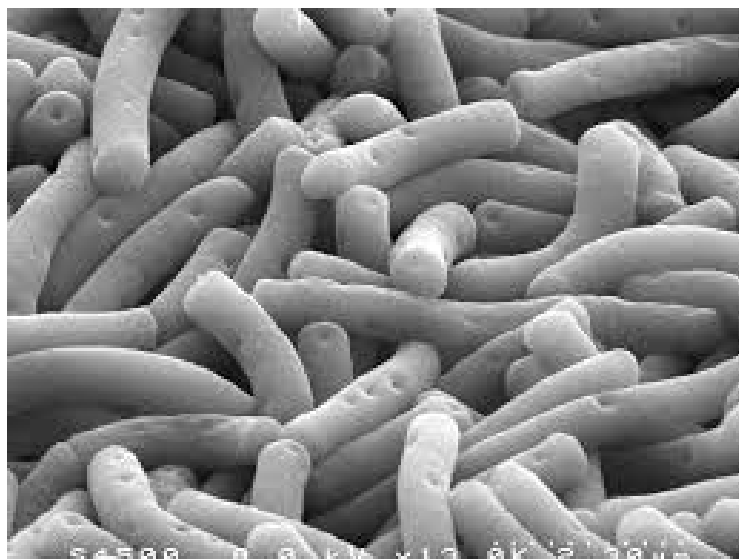
Lactobacillus acidophilus. Optimalna temperatura je oko 45 °C. Fermentira acidofilno mlijeko, a koristi se i u proizvodnji kefira. Povoljno djeluje na mikrofloru probavnog trakta.

Lactobacillus delbrueckii ssp. *bulgaricus* – stari naziv *Lactobacillus bulgaricus*. Optimum je oko 45 °C. Koristi se u proizvodnji jogurta, kiselog mlijeka te tvrdih sireva.

Lactobacillus casei ssp. *rhamnosus*. Nalazi se u mlijeku i mliječnim proizvodima. Optimum je 40–45 °C. Značajan u proizvodnji fermentiranih napitaka.



Slika 5. *Lactobacillus casei ssp rhamnosus*



Slika 6. *Lactobacillus bulgaricus*

Izvor: <https://www.pinterest.com/pin/125819383315561242/>

5.3. Netipične bakterije mliječno-kiselog vrenja

Rod *Escherichia*

Potiče iz crijeva životinja i čovjeka, sa biljaka i vode. Neke vrste ovih bakterija uzrokuju crijevne bolesti kod ljudi zbog proizvodnje enterotoksina. Ove su bakterije često prisutne i u mlijeku. Čine velike štete u mlijeku i mliječnim proizvodima (sluzavost mlijeka, nadimanje i rupičasto tijesto kod sireva neugodan miris i okus). Njihovo prisustvo govori o lošoj higijeni pri mužnji i daljnjem postupku sa mlijekom. U ovu grupu spadaju *Escherichia coli*.

Rod *Propionibacterium*

Fermentiraju mliječnu kiselinu i iz nje nastaje propionska kiselina, manja količina mravlje, octene i jantarne kiseline, te CO₂. Ove bakterije su značajne za proizvodnju tvrdih sireva. Stvaranjem CO₂ i nešto vodikovih iona, nastaju u siru karakteristične šupljine ementalskog sira.

5.4. Proteolitičke bakterije

Proteoliza pod utjecajem bakterija može teći do različitog stupnja, uključujući peptide, aminokiseline, amonijak, sve do slobodnog dušika. Neke od njih izazivaju slatko grušanje.

1. Proteolitičke bakterije koje ne stvaraju spore
2. Proteolitičke bakterije koje stvaraju spore

U ovu grupu spadaju bakterije koje stvaraju spore otporne na djelovanje visokih temperatura, te mogu preživjeti pasterizaciju. Zato se mogu naći u pasteriziranom mlijeku i proizvodima napravljenim od njega. Mogu biti aerobne i anaerobne. Tu spadaju mnoge vrste iz rodova *Bacillus* i *Clostridium*.

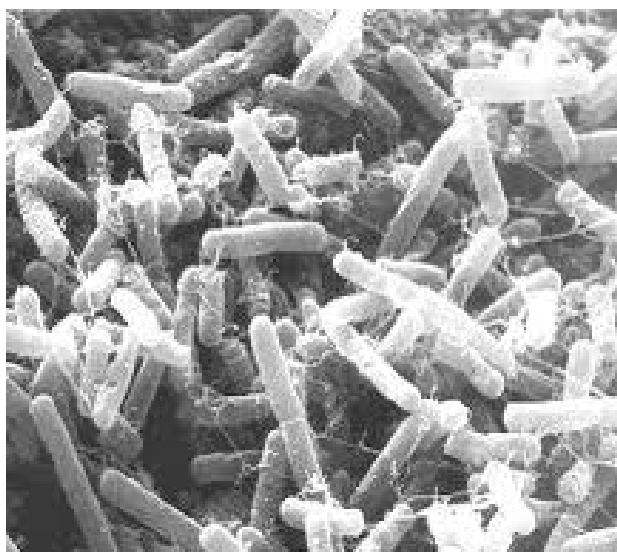
a) Rod *Bacillus* (aerobne sporogene proteolitičke bakterije)

To su kratki štapići, pokretni, pojedinačni ili u lancima. Intenzivno razlažu proteine i stvaraju amonijak. Značajnije vrste su:

- *Bacillus cereus*
- *Bacillus anthracis* (*anthracis*). Izaziva oboljenje antraks.
- *Bacillus subtilis*

b) Rod *Clostridium* (anaerobne sporogene proteolitičke bakterije)

Proizvode spore klostridije, karakterističnog kruškastog oblika. Fermentiraju laktozu i protein. Uzrokuju štete u mljekarstvu, jer uzrokuju kasno nadimanje sireva. Pasterizacija nije djelotvorna zaštita protiv njih, jer se spore množe. Najznačajnije vrste iz ovog roda su: *Clostridium butyricum*, *Clostridium tyrobutyricum*, *Clostridium botulinum*, uzrokuje bolest botulizam.



Slika 7. *Clostridium butyricum*

Izvor: <http://www.microh2.ulg.ac.be/PROJECT3.html>; *Dark-fermentation by bacteria*



Slika 8. *Clostridium botulinum*

Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/Clostridium_botulinum

5.5. Kvasci

Za mljekarstvo su od značaja asporogeni kvasci iz roda *Saccharomyces*, te asporogeni kvasci iz rodova *Torulopsis*, *Mycoderma* i *Candida*. Kvasci se u prirodi nalaze u velikom broju, ali za mljekarstvo nisu toliko značajni kao bakterije. Optimalna temperatura je 20–30 °C. Pasterizacijom se kvasci potpuno uništavaju. Neki kvasci su sposobni živjeti u simbiozi upravo u kefiru. Ako se pojave u velikom broju u mlijeku i mliječnim proizvodima, stvaraju okus po kvascu i stvaraju specifičnu gorčinu. Ovo se može spriječiti jačim soljenjem.

5.6. Plijesni

Plijesni su aerobne i razvijaju se u širokom rasponu pH i temperature. Optimalne temperature su 20–30 °C. Vegetativni oblici su neotporni prema toplini. Plijesni aktivno razgrađuju ugljikohidrate, mast i protein. Većina plijesni su saprofiti, a ima i patogenih vrsta. U konzumnom mlijeku, fermentiranim proizvodima, na uređajima i u prostorijama mljekare su štetne. Kod nekih sireva (sa unutrašnjim i vanjskim plijesnima) su korisne i neopohodne da bi se dobio proizvod određene kvalitete. Ovdje spadaju plijesni iz rodova *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Geotrichum* i *Oidium*.

Rod *Penicillium*

- *Penicillium commune* – podrumski plijesan, koju karakterizira zelena boja i jak miris na plijesan. Štetna je na maslacu, jer izaziva lipolizu, a na siru stvara zelenu prevlaku.
- *Penicillium camemberti* – plava plijesan sireva camembert i brie. Koristi se kao kultura u proizvodnji kamembera.
- *Penicillium candidum* – bijela plijesan kamembera. Trajno zadržava bijelu boju.
- *Penicillium roqueforti* je plavo zelena plijesan, koja se koristi pri proizvodnji rokfora, gorgonzola, stiltona i drugih sireva sa unutrašnjim plijesnima.

6. HRANJIVE TVARI U FERMENTIRANOM MLIJEKU

Proces fermentacije utječe na količinu hranjivih tvari u proizvodu, ali njihova količina u fermentiranom mlijeku ovisi o količini tih tvari u mlijeku i dodacima u mlijeko prije fermentacije. Tako npr. jogurt od obranog mlijeka sadrži manje masti i u masti topljivih vitamina nego jogurt proizveden od punomasnog mlijeka. Zbog dodatka obranog mlijeka u prahu ili koncentracije mlijeka za proizvodnju povećava se količina proteina s obzirom na mlijeko, a zbog toplinske obrade mlijeka gube se neki termolabilni vitamini iz B grupe. Tijekom fermentacije reducira se količina laktoze, ali kako se u mlijeko dodaje obrano mlijeko u prahu, laktoze ima više u fermentiranom mlijeku nego u mlijeku za proizvodnju. Neke proizvode, koji nastaju razlaganjem kazeina kulture koriste tijekom fermentacije dok se neki akumuliraju npr. u jogurtu, kao aminokiseline. Količina slobodnih aminokiselina u jogurtu varira s obzirom na vrstu mlijeka pa je to u jogurtu od ovčjeg mlijeka 33 mg/100 g proizvoda, a u jogurtu od kravljeg mlijeka 23 mg/100 g i u jogurtu od kozjeg mlijeka 18 mg/100 g. Te su količine 160, 400 i 500 % veće nego količine koje sadržava mlijeko za proizvodnju. Povećanje ukupne količine esencijalnih aminokiselina u kravljem mlijeku je od 1, 2 mg/100 g do 4,77 mg/100 g (posebno se povećava količina prolina, serina, alanina). Količina slobodnih aminokiselina raste i tijekom skladištenja jer i u uvjetima skladištenja *Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus* nastavlja aktivnost. Male količine slobodnih masnih kiselina također se oslobađaju tijekom fermentacije, a mijenja se i količina vitamina. U početku fermentacije kulture se koriste vitaminima, a zatim ih sintetiziraju. Uočena je mala razlika u količini tijanina, riboflavin i nikotinske kiseline. Količina folne kiseline povećava se oko 100 %, a također i količina holina. Vitamin B 12 potreban je za rast *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* i njegova se količina tijekom fermentacije umanjuje (Grgurek i sur., 1997).

7. ZAKLJUČAK

Fermentirani mliječni proizvodi povećali su raznolikost hrane, što u prehranbenom smislu znači da je obrok obogaćen unosom visoko vrijednih namirnica u organizam. Potrošnja fermentiranih proizvoda i fermentiranog mlijeka u Europi i SAD- u iz godine u godinu raste. Smatra se da je rast popularnosti fermentiranih proizvoda i fermentiranog mlijeka uvjetovan uvođenjem voćnih varijanti koje su se počele proizvoditi oko 1950. godine.

U odnosu na mlijeko, fermentirani proizvodi imaju bolju probavljivost, višu količinu vitamina, minerala, esencijalnih amino i masnih kiselina, te time i veću prehrambenu vrijednost. U današnje vrijeme sve je veća potrošnja fermentiranih mliječnih proizvoda i fermentiranog mlijeka koje se još dodatno obogaćuju neprobavljivim vlaknima u odnosu na mlijeko.

8. POPIS LITERATURE

Knjige:

1. Duraković, S. – "Primijenjena mikrobiologija"
2. Duraković, S. i suradnici – "Moderna mikrobiologija namirnica"
3. Grgurek i suradnici (1997): "Mljekarske kulture mikroorganizama", Mljekarstvo, 47 (2), 103 – 113.

Internet:

1. <http://hrcak.srce.hr/mljekarstvo>, 30. studenog, 2015.
2. http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=112023, 30. studenog, 2015.
3. http://www.agr.unizg.hr/cro/nastava/lit/dds/mikrobiologija_sirovog_mlijeka.pdf, 5. prosinca, 2015.
4. http://www.medri.uniri.hr/microbiology/pred_sanit_hrana/P6_MH.pdf , 15. studenog, 2015.
5. <http://bib.irb.hr/datoteka/466278>, 20. studenog 2015.
6. https://en.wikipedia.org/wiki/Clostridium_botulinum , 25.siječnja 2016.
7. <http://www.gospodarski.hr/Publication/2013/20/pripravljanje-sira-u-kuanstvu/7881#.VtiNKn0rLIU> , *Gospodarski list, Pripravljanje sira u kućanstvu*, izdanje 23.10.2013., str. 35-42, 2. veljače 2016.
8. <http://www.poslovni.hr/media/cache/16/c0/16c0926b1c9a93fa50afb9a48502f4cf.jpg> , 30. ožujka 2016.
9. http://www.jutarnji.hr/multimedia/archive/00553/povlacenje_553024S1.jpg , 30.ožujka 2016.

9. SAŽETAK

U ovome radu obrađeni su fermentirani mliječni proizvodi koji dolaze u obliku napitaka kao najpopularnijih industrijskih proizvoda zbog unosa probiotičkih bakterija u ljudski organizam te ujedno i probavni sustav. Rad obrađuje proces proizvodnje kefira, kumisa, jogurta, sira, i kiselog mlijeka. Navedeni se proizvodi međusobno razlikuju ovisno o svojstvima mikrobne kulture, te primjenjenoj tehnologiji potrebnoj za dobivanje navedenih mliječnih proizvoda. Poseban naglasak stavljen je na postupak proizvodnje kefira, gdje se u radu objašnjava način proizvodnje vlastitog kefira uz detaljan opis i fotografije. Rad je također obuhvatio i proces pasterizacije, odnosno izlaganja prehrambenih proizvoda temperaturama u rasponu od 55-80 °C, u svrhu produljenja roka trajanja istih. Nadalje, dio rada podrobnije obrađuje tematiku bakterija i kvasaca kao i sadržaja hranjivih tvari u fermentiranom mlijeku. Zaključno, potrebno je istaknuti kako u odnosu na mlijeko, fermentirane mliječne proizvode odlikuje veća probavljivost, veća količina vitamina, mineral, esencijalnih amino i masnih kiselina, što samo po sebi doprinosi njihovoj većoj nutritivnoj vrijednosti te sve raširenijoj upotrebi.

10. SUMMARY

This thesis elaborates fermented milk products as one of the most popular and most used products which contain probiotic bacteria that are beneficial for human's health especially for digestive system. In this thesis the author illustrates the process of kefir, koumiss, yogurt, cheese and sour milk production. These products can be distinguished by various criteria as microbial culture features and applicable technology, all described separately for each type of milk product. The thesis was specially focused on the process of kefir production, as it was led by the author, followed by detailed procedure description and photographs. Furthermore, one chapter describes pasteurization process, led in order to extend the durability of fermented milk products. To conclude, the author emphasised the qualities of fermented milk products (higher level of vitamins, essential fatty and amino acids and nutritional value) in comparison with milk, all leading to the evident growth of fermented milk products consumption.

11. POPIS TABLICA

Tablica 1. Neke namirnice proizvedene od fermentiranog mlijeka.....	2
---	---

12. POPIS SLIKA

Slika 1. Procjeđena kefirna zrnca.....	7
Slika 2. Švicarski sir	9
Slika 3 . Trajno pasterizirano mlijeko.....	11
Slika 4. <i>Lactobacillus lactis</i>	13
Slika 5. <i>Lactobacillus casei ssp rhamnosus</i>	15
Slika 6. <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	15
Slika 7. <i>Clostridium butyricum</i>	17
Slika 8. <i>Clostridium botulinum</i>	18

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište J.J. Strossmayera

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Završni rad

FERMENTIRANI MLJEČNI PROIZVODI

FERMENTED MILK PRODUCTS

Ivan Ljubić

SAŽETAK:

U ovome radu obrađeni su pojedini fermentirani mliječni proizvodi: kefir, kumis, jogurt, sir i kiselo mlijeko. Navedeni se proizvodi međusobno razlikuju ovisno o svojstvima mikrobne kulture te primjenjenoj tehnologiji potrebnoj za dobivanje istih, a što je opisano za svaki pojedini proizvod. Poseban naglasak stavljen je na postupak proizvodnje kefira, a koji je postupak proveden od strane autora rada, uz detaljan opis i fotografije. Rad je također obuhvatio i proces pasterizacije, a koji se proces sastoji u izlaganju prehrambenih proizvoda temperature u rasponu od 55-80°C u svrhu produljenja roka trajanja. Nadalje, dio rada podrobnije obrađuje tematiku bakterija i kvasaca kao i sadržaja hranjivih tvari u fermentiranom mlijeku. Zaključno, potrebno je istaknuti kako u odnosu na mlijeko, fermentirane mliječne proizvode odlikuje veća probavljivost, veća količina vitamina, minerala, esencijalnih amino i masnih kiselina, što samo po sebi doprinosi njihovoj većoj prehrabenoj vrijednosti te sve raširenijoj upotrebi.

Ključne riječi: mlijeko, fermentacija, acidofilno mlijeko, jogurt, kefir, kumis, sir, pasterizacija, bakterije, kvasac, plijesni

SUMMARY:

This thesis elaborates fermented milk products, particularly kefir, koumiss, yogurt, cheese and sour milk, which can be distinguished by various criteria as microbial culture features and applicable technology, all described separately for each type of milk product. The thesis was specially focused on the process of kefir production, as it was led by the author, followed by detailed procedure description and photographs. Furthermore, the thesis deals with subjects such as bacteria, yeast as well as nutrients contained in fermented milk. All the abovementioned led to the conclusion that nowadays we are witnessing the evident growth of fermented milk products consumption, which in comparison with non-fermented milk contain higher amount of vitamins, minerals, essential amino acids and fat, and therefore higher nutritional value.

Key words: milk, fermentation, acidophilus milk, yogurt, kefir, koumiss, cheese, pasteurization, bacteria, yeast, mold

